WPS Bassin Versant

Un outil de modélisation hydrologique intégré à une Infrastructure de Données Spatiales

R. Béra[1,2,3], H. Squividant[1,2,3] , P. Aurousseau[1,2,3,4]

1Agrocampus Ouest, F-35000 Rennes, France
2INRA, UMR1069 Sol Agro et hydrosystème Spatialisation,Rennes, France
3Université européenne de Bretagne, France
4Conseil Scientifique de l' environnement de Bretagne

RÉSUMÉ. Nous proposons de rendre les outils d'analyse hydrologique développés dans notre UMR disponibles au travers d'une Infrastructure de Données Spatiales web interopérable. L'approche utilisée est celle du développement d'extensions (addons) pour la plateforme OGC geOrchestra. Ces addons permettent le déchenchement d'algorithmes et la récupération en temps réel des résultats via la norme OGC WPS. Nous présentons ensuite l'exemple du WPS Bassin Versant et son mode de fonctionnement. Nous mettons en particulier en évidence que l'usage des normes OGC permet simplement à partir d'une application web (accessible par un simple navigateur) de lancer le traitement distant (sur un serveur de processus) de données distantes (sur un serveur cartographique) pour en afficher le résultat, et le cas échéant de le déposer sur un serveur cartographique tiers.

ABSTRACT. Our proposal is to make accessible the hydrology analysis tools that were developed by our rersearch team in the past years through an interoperable Spatial Data Infrastructure. To this aim we chose to develop addons for the geOrchestra OGC-compliant platform. Such addons trigger algorithms and retrieve their output in real time through OGC standard WPS. We then introduce a watershed WPS addon and its functioning modes. In so doing we exemplify the fact that the use of OGC standards make it straightforward (and transparent to the user operating a common web browser) to remotely trigger a process on a distant server, then applied to distant data present on a remote cartographic server, and drop the outcome on a third-part cartographic server while visualising it all on a browser.

MOTS-CLÉS : normes OGC, Web Processing Service, addon, Infrastructure de Données Spatiales, geOrchestra, MNTSurf, modélisation hydrologique, bassin versant.

KEYWORDS: OGC standards, Web Processing Service, addon, Spatial Data Infrastructure, geOrchestra, MNTSurf, hydrological modelling, watershed.

Introduction

Le développement des solutions de géomatique web permet la diffusion des données géographiques et d'outils d'analyse spatiale en temps réel à l'ensemble des publics concernés. De nombreux outils conceptuels et logiciels ont été récemment développés dans ce domaine, y compris dans le domaine de la modélisation hydrologique (Feng *et al.*, 2011 ; Castronova *et al.*, 2013). Or trop souvent encore ceux-ci s'intègrent imparfaitement les uns aux autres ou font un usage limité ou partiel des possibilités offertes par les standards actuels.

Il est donc primordial d'améliorer l'interopérabilité des systèmes et des outils pour offrir aux utilisateurs une infrastructure de données géographiques permettant :

– l'accès aux données sur le territoire,

– l'appropriation et l'utilisation d'outils d'analyse et de modèles par des utilisateurs, techniciens ou non.

Nous présentons dans cet article une intégration à l'architecture de données spatiales (ADS) geOrchestra[a] (2009) de fonctions devant faciliter la gestion de la ressource en eau, et illustrons cette approche par l'exemple du calcul des contours topographiques des bassins versants.

Partager les données et les outils

Les **contextes technique et législatif** sont en faveur du partage des données et outils :

– directive INSPIRE (2007) : disponibilité et accessibilité de la donnée publique

– Open Data et service public de la donnée, au niveau national (DGF, 2011), mais aussi international et local (DC, 2013) ;

– Open Geospatial Consortium, pour l'interopérabilité des systèmes et l'échange des flux (OGC, 1994).

À ce contexte s'ajoutent d'**autres critères** qui plaident en faveur du partage :

– l'ouverture (logiciel libre, données et outils ouverts),

– l'interopérabilité (OGC, développement inclusif),

– la modularité (conception par briques logicielles substituables, déploiement à la carte),

---

[a]geOrchestra est une architecture de données spatiales initialement développée par la société Camp To Camp suivant le cahier des charges de Geobretagne (l'IDG régionale opérée conjointement par la DREAL Bretagne et la région Bretagne), lequel imposait comme bases l'utilisation de logiciels Open Source (Geoserver, Geonetwork, Openlayers, etc.) et le versement du code développé spécifiquement (en particulier le visualiseur mapfishapp) à la communauté Open Source, dans le but d'en assurer la perennité.

– l'évolutivité (intégration facile des innovations et mises à jour : par exemple services de processus pour la publication élargie d'outils, de méthodes et de modèles).

On peut aussi ajouter la volonté à l'UMR SAS[(b)] de valoriser et partager le plus largement possible l'expertise accumulée en recherche et modélisation hydrographique, et faciliter l'accès aux outils développés en interne.

Publics visés

Les **publics intéressés** par la mise à disposition d'outils hydrologiques sont variés:

– les **chercheurs** : modélisation hydrologique et des transferts des polluants, meilleure compréhension du cycle de l'eau ;

– les **gestionnaires** de l'eau : institutions (publiques nationales, collectivités locales et commissions locales de l'eau, etc.) qui ont pour missions le suivi de qualité et de la disponibilité de la ressource en eau ;

– le **grand public** : vulgarisation, partage des connaissances, conformément à la convention d'Aarhus (1998)

Technologie

Nos choix technologiques sont les suivants :

– geOrchestra. Nous utilisons l'Architecture de Données Spatiales (ADS) Open Source geOrchestra (2009) (instanciée en l'Infrastructure de Données Géographiques (IDG) GéoSAS (2010)) qui s'appuie sur trois modules principaux :

– Geonetwork (catalogue) ;

– Geoserver (serveur cartographique) ;

– Mapfishapp (visualiseur intégrant OpenLayers, GeoExt, ExtJS).

– **Web Processing Service.** Nous étendons les fonctionnalités de geOrchestra en utilisant la norme WPS (OGC WPS standard, 2007 ; GéoSAS, 2013a), laquelle précise les modalités des entrées/sorties entre clients et serveurs web pour les outils et modèles appliqués aux données géoréférencées.

– **MNTSurf.** Les fonctions mises en WPS ont leur origine dans le logiciel MNTSurf (Squividant, 1994 ; Aurousseau et Squividant, 1996, 1997 ; GéoSAS 2013b), développé à l'UMR SAS, dédié aux traitements sur les modèles numériques de terrain. MNTSurf comporte en particulier des fonctions de calcul du contour du bassin versant à l'amont d'un point donné comme exutoire (par définition tout écoulement de surface dans le bassin versant converge vers cet exutoire). MNTSurf

---

[(b)] Unité de Recherche Mixte (INRA, Agrocampus Ouest) 1069 : Sol Agrohydrosystèmes et Spatialisation (http://www.rennes.inra.fr/umrsas) ; INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

est à la base de nombreuses recherches à l'UMR SAS (Beaujouan *et al.* 2001, 2002; Mérot *et al.* 2003; Tortrat *et al* 2004; CSEB 2008).

L'originalité de l'outil proposé consiste en l'intégration de traitements WPS à geOrchestra. Chaque fonction de MNTSurf pouvant être conçue comme un WPS, le fonctionnement du WPS bassin versant (BV) présenté ici pourra être généralisé à l'ensemble des fonctions MNTSurf.

Outre le fait de simplifier l'accès au calcul des bassins versants (simple clic dans un navigateur), l'intégration du WPS BV à une IDG sous la forme d'une extension (addon) permet de rendre les données en entrée et sortie interopérables.

La figure 1 résume les différents types de flux entre les modules, ainsi que les solutions logicielles utilisées.

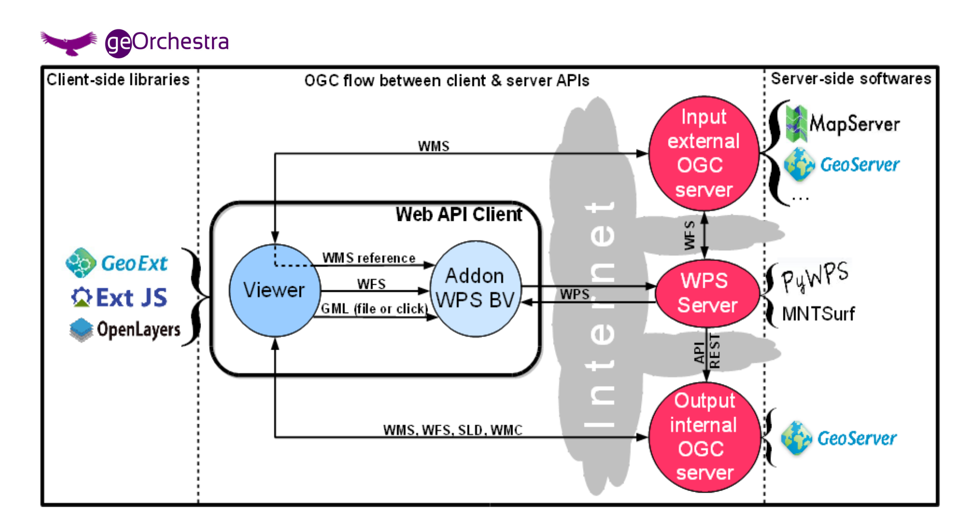


Figure 1. Schéma fonctionnel synthétique de l'architecture intégrant l'addon et le WPS BV.

Fonctionnement

Paramétrage. L'addon WPS BV est paramétrable via le menu « Bassin Versant/ Paramètres». Il est ainsi possible de modifier le MNT utilisé en entrée du calcul, la superficie minimum des BV calculés, le mode de lissage des contours de la couche produite, le zoom automatique ou non sur la couche produite.

Exécution. L'addon WPS BV se lance à partir du menu "Bassin Versant" accessible via la barre d'outils du visualiseur. Il accepte 4 types d'entrées distinctes: (1) un clic souris en tout point de la carte, (2) une sélection d'objets dans une couche WMS diffusée par un serveur OGC tiers, (3) une référence à une couche WMS (dans ce cas, les données transitent uniquement entre le serveur OGC et le serveur de WPS),

(4) un fichier au format GML importé dans le visualiseur à partir du poste de l'utilisateur.

Résultat. Une fois calculée, la couche produite par le WPS BV est automatiquement déposée sur un serveur OGC dédié puis est ajoutée comme une couche WMS à la liste des couches disponibles. De ce fait, elle bénéficie des fonctionnalités OGC du visualiseur comme : l'affichage (WMS), le téléchargement au format SHAPE (WFS), les requêtes spatiales ou attributaires (WMS/WFS), la création de style (SLD), la sauvegarde de contexte (WMC), etc.

Le menu de l'addon comporte une aide (GéoSAS, 2013c) qui en détaille plus complètement le fonctionnement et précise la succession des flux OGC correspondant. La fiche de métadonnées de service correspondante peut aussi être affichée et consultée (GéoSAS, 2013d).

Exemple

La figure 2 illustre l'utilisation de l'addon et du WPS BV dans l'interface, disponible sur le site GéoSAS (GéoSAS, 2013e). Plusieurs couches de données y sont chargées (WMS) et visibles : fond OpenStreetMap, stations hydrographiques de Bretagne. Toutes sont disponibles en flux OGC sur GéoBretagne. Parmi les stations hydrologiques une sélection a été réalisée. La table attributaire de la sélection est visible en bas d'écran, et les objets correspondant sont surlignés en orange sur la carte. Les stations sélectionnées sont les exutoires de bassins versants de superficie supérieure à 500 hectares (champ « bv » dans la table attributaire associée, visible dans la dernière colonne affichée). On accède ensuite à l'addon BV par le menu déroulant *bassin versant*, option *calcul BV depuis sélection*, lequel déclenche la requête WPS. Le résultat, c'est-à-dire les bassins versants ayant pour exutoire les stations de la sélection, est ensuite ajouté sous la forme d'une couche OGC apparaissant en bleu sur la carte et ayant un nom de la forme «bv_date_heure» visible dans la liste des couches disponibles.

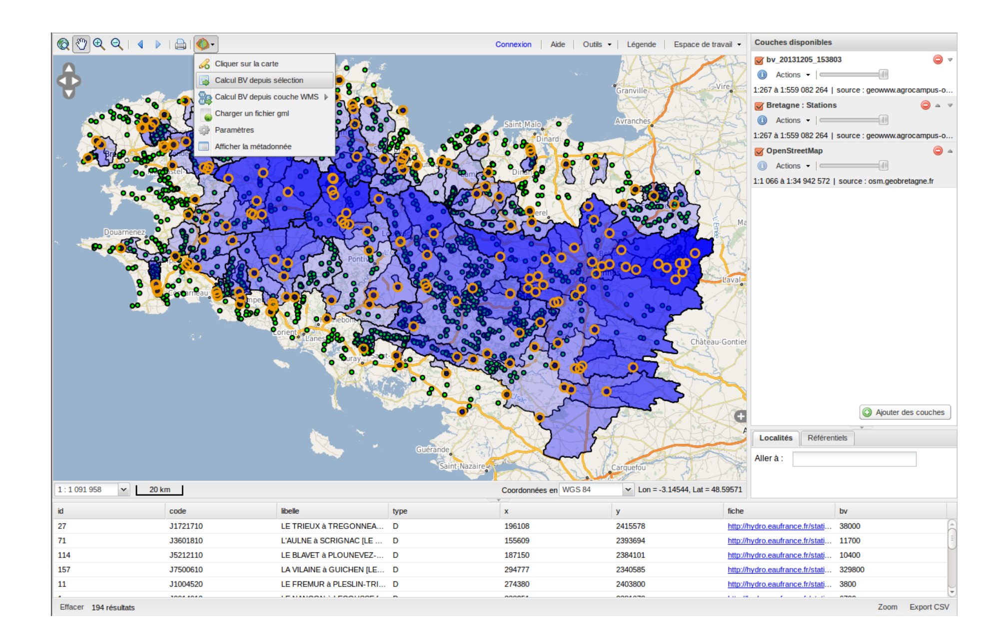


fig. 2. L'addon BV et le résultat du WPS BV dans le visualiseur.

Réutilisation

Si la mise à disposition de l'addon BV sur GéoSAS répond en premier lieu à des besoins issus de la communauté scientifique, voire de certains gestionnaires de l'eau, sa diffusion élargie incomberait plus naturellement à des IDG généralistes d'interêt public comme le sont les portails régionaux. C'est ce qui a conduit GéoBretagne (2013) à proposer cet outil au grand public, facilitant au passage sa visibilité auprès de publics plus spécifiques (gestionnaires de l'eau).

Un tel déploiement est transposable sans difficulté particulière sur toute IDG de type geOrchestra (c'est le cas de GéoBretagne) et ne nécessiterait qu'un développement d'interface côté client pour les autres IDG aux normes OGC.

Conclusion

Nous avons démontré l'utilisation dynamique d'une fonction d'analyse hydrologique via un navigateur web faisant un usage intensif des standards OGC, par un recours exclusif aux logiciels libres, et tirant avantage d'IDG ouvertes. Cette approche est généralisable à d'autres fonctions et outils d'analyse, suivant le même principe : l'utilisation concomitante de données distantes disponibles sur un serveur cartographique aux normes OGC, d'une part, et de processus d'analyse et/ou de modélisation spatiale accessibles sur un serveur de processus distant lui aussi

OGC-compatible d'autre part, afin d'exécuter un traitement spatial (bénéficiant au passage des performances propres du serveur) dont le résultat peut être déposé sur un serveur cartographique OGC tiers et visualisé en temps réel dans le navigateur web client. On effectue ainsi un traitement spatial sur des données délocalisées à l'aide de processus eux aussi délocalisés.

Perspectives

Ces travaux peuvent être étendus à la mise à disposition de l'ensemble des fonctions issues de MNTSurf (dont un certain nombre sont déjà disponibles en WPS), avec pour effet une accessibilité maximale, en particulier par l'intermédiaire d'addons geOrchestra, mais aussi via tous clients WPS (comme par exemple celui du système d'information géographique QGIS). Il s'agit en particulier de proposer en WPS des outils faisant le lien entre modélisation et mesures en temps réel comme la Macro Flux (Vinson, 2003).

D'autre part, plusieurs addons sont déjà opérationnels, comme celui développé conjointement avec l'UMR LISAH[(d)] dans le Projet de Visualisation des Données AgroEnvironnementales (Vidae, 2009, 2013) ou sur la liste des WPS en cours de finalisation.

Enfin, l'usage des WPS n'est pas réservé à l'hydrologie : nous proposons ainsi un addon (et son WPS associé) d'interrogation de bases de données sur la composition des sols (projet Websol) (Chafchafi et Bargeot, 2013) et sa déclinaison pour la Bretagne (SdB, 2013).

La disponibilité future de WPS nombreux et variés rend pertinente la question du chaînage ou séquentialisation des WPS. Cette approche permettra par exemple de construire des traitement complexes (WPS et addon de modélisation) faisant appel de façon ordonnée à ses WPS constitutifs. L'utilisateur pourra ainsi par exemple extraire automatiquement la composition des sols sur un bassin versant par simple clic sur son exutoire. C'est pourquoi nous mettons cette problématique au cœur de nos développements futurs.

Bibliographie

Aarhus, 1998 : Convention d'Aarhus. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43f.pdf

Aurousseau, P., Squividant, H., 1996 : Use of tree and graph structures for computation modelling of derived variables in digital elevation model software. http://tiny.cc/spanum-use-of-tree

---

(d) Unité de Recherche Mixte (INRA, AgroM, IRD) : Laboratoire d'étude des Interactions Sol - Agrosysteme – Hydrosystème). AgroM : École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier ; IRD : Institut de Recherche pour le Développement. http://www.umr-lisah.fr/

Aurousseau, P., Squividant, H., 1997 : Correction of Digital Elevation Models using drainage pattern constraints. http://tiny.cc/spanum-correction-of-DEM

Beaujouan, V.,Durand., P, Ruiz, L.,2001 : Modelling the effect of the spatial distribution of agricultural practices on nitrogen fluxes in rural catchments. *Ecological Modelling*. Elsevier : Vol. 137 (1), p. 93-105

Beaujouan, V., Durand, P., Ruiz, L., Aurousseau, P., Cotteret, G., 2002 : A hydrological model dedicated to Topography-based simulation of nitrogen transfer and transformation. Rationale and application to the geomorphology-denitrification relationship. *Hydrological Processes* : Vol.16 (2), p.493-507

Castronova, A.M,, Goodall, J.L., Elag, M.M., 2013 : Models as web services using the Open Geospatial Consortium (OGC) Web Processing Service (WPS) Standard. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 41, March 2013, p. 72-83

Chafchafi, A., Bargeot, L., 2013 : Document de synthèse des travaux de l'axe 5 du RMT Sols et Territoires : Mettre à Disposition des Données Sols sur les Territoires. *Document de travail, Chambre régionale d'Agriculture Rhône-Alpes et AgroSup Dijon / EDUTER / CNERTA / DISI*

CSEB, 2008 : Portail cartographique diffusant des informations sur la qualité des eaux (nitrate, pesticides) des bassins versants de Bretagne. *Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne (CSEB), Aquascop (Bureau d'étude),* http://tiny.cc/geosas-cseb

DC, 2013 : DataCatalogs.org : Data Catalogs Dot Org aims to be the most comprehensive list of open data catalogs in the world. It is curated by a group of open data experts from around the world. A project initiated during the Open Knowledge Foundation Conference 2011. http://datacatalogs.org/

DGF, 2011 : data.gouv.fr : Plateforme française d'ouverture des données publiques. *Etalab.gouv.fr (Service du Premier Ministre Chargé de l'Ouverture des Données Publiques),* http://www.data.gouv.fr/A-propos

Directive INSPIRE, 2007: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/

Feng, M., Liu, S., Euliss, N.H., Young, C., Mushet, D.M., 2011 : Prototyping an online wetland ecosystem services model using open model sharing standards. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 26, Issue 4, April 2011, p. 458-468

GéoBretagne, 2013 : http://geobretagne.fr/

geOrchestra, 2009 : http://www.georchestra.org/

GéoSAS, 2010 : http://tiny.cc/geosas

GéoSAS, 2013a : Les WPS en bref, http://tiny.cc/geosas-les-WPS-en-bref

GéoSAS, 2013b : Un peu d'histoire – MNTSurf, http://tiny.cc/geosas-MNTSurf

GéoSAS, 2013c : Addon et WPS Bassin Versant – Fonctionnement et mode d'emploi, http://tiny.cc/geosas-addon-wpsbv

GéoSAS, 2013d : http://tiny.cc/geosas-wps-metadonnee

GéoSAS, 2013e : http://tiny.cc/geosas-demo2013

Mérot P., Squividant H., Aurousseau P., Hefting M.., Burt T., Maitre V., Kruk M., Butturini A., Thenail C, Viaud V. : Testing a climato-topographic index for predicting wetlands distribution along an European climate gradient. Ecological Modelling, 163, p. 51-71, 2003.

OGC, 1994 : Open Geospatial Consortium. http://www.opengeospatial.org/

OGC WPS standard, 2007 : http://www.opengeospatial.org/standards/wps

ONU, 2010 : Projet de résolution A/64/L.63/Rev.1 de l'Organisation des Nations Unies, http://doc.un.org/DocBox/docbox.nsf/GetFile?OpenAgent&DS=A/64/L.63/REV.1&Lang=F&Type=PDF

SdB, 2013 : Sols de Bretagne (Websol Bretagne). http://tiny.cc/geosas-sdb

Squividant, H., 1994 : MNTSurf : logiciel de traitement des modèles numériques de terrain. *Document E.N.S.A.R.*

Tortrat, F., Aurousseau, P., Squividant, H., Gascuel-Odoux, C., Cordier, M.O., 2004 : Modèle Numérique d'Altitude (MNA) et spatialisation des transferts de surface : utilisation de structures d'arbres reliant les exutoires de parcelles et leurs surfaces contributives. *Bulletin SFPT,* 172 p.128-136

Vidae, 2009 : VIsualisation de Données Agro-Environnementales, http://tiny.cc/geosas-vidae2009

Vidae, 2013 : http://tiny.cc/vidae2013

Vinson, J., 2003 : Calculs des flux annuels et des flux spécifiques annuels d'azote nitrique des principaux fleuves et rivières de Bretagne. *Bretagne Environnement,* http://www.bretagne-environnement.org/Media/Documentation/Bibliographies/Calculs-des-flux-annuels-et-des-flux-specifiques-annuels-d-azote-nitrique-des-principaux-fleuves-et-rivieres-de-Bretagne